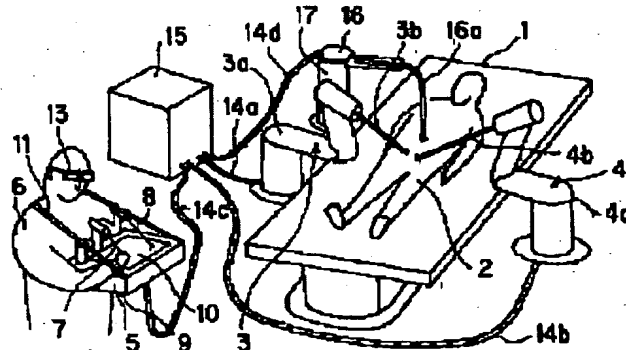


**MASTER-SLAVE MEDICAL MANIPULATOR****Patent number:** JP7194609**Publication date:** 1995-08-01**Inventor:** MIZUNO HITOSHI; TAKAYAMA SHUICHI; NAKADA AKIO; UCHIYAMA NAOIKI; KUBOTA TATSUYA; YAMAGUCHI TATSUYA; UEDA YASUHIRO; TAKEHATA SAKAE; KUDO MASAHIRO; FUJISAWA YUTAKA; KAWAI TOSHIMASA**Applicant:** OLYMPUS OPTICAL CO**Classification:****- International:** A61B17/28; A61B1/00; B25J3/00; B25J13/02**- european:****Application number:** JP19930354039 19931229**Priority number(s):** JP19930354039 19931229**Report a data error here****Abstract of JP7194609**

**PURPOSE:** To provide a master-slave medical manipulator which gives an operator more freedom and allows him to treat the affected part precisely and swiftly when a surgical operation, etc., inside a subject's body is carried out by the master-slave method.

**CONSTITUTION:** Installed on the manipulator are the first and the second multi-joint slave arms 3 and 4 to be inserted into a subject's body for a diagnosis or treatment, the control apparatus 15 to drive and control the slave arms 3 and 4, and a portable arm operation part 5 which remote-controls the slave arms by inputting operation order signals to the control apparatus 15, so that the operator 6, holding this portable arm operation part, can remote-control the operation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J-P) (12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号  
特開平7-194609  
(43) 公開日 平成7年(1995)8月1日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 FI 技術表示箇所  
A 6 1 B 17/28  
1/00 3 1 0 H  
3 3 2 D  
C  
B 2 5 J 3/00 Z  
審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平5-354039	(71) 出願人	000000376 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22) 出願日	平成5年(1993)12月29日	(72) 発明者	水野 均 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	高山 修一 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	中田 明雄 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス光学工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦

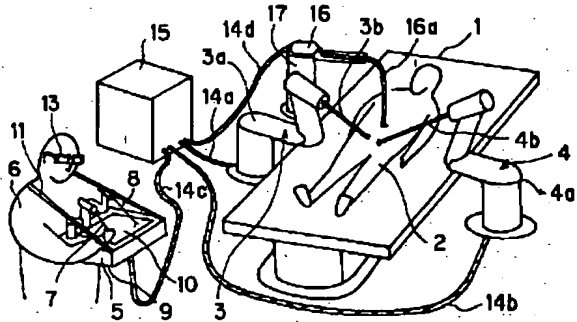
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用マスタースレーブ式マニピュレータ

(57) 【要約】

【目的】 マスタースレーブ方式で体腔内外科手術等を行う際に、操作者の自由度が増し、目的部位を正確に、かつ迅速に治療できる医療用マスタースレーブ式マニピュレータを提供することにある。

【構成】 生体の体腔内に挿入し、診断・処置等を行う第1および第2の多関節スレーブアーム3、4と、このスレーブアーム3、4を駆動制御する制御装置15とを設けるとともに、前記制御装置15に操作指令信号を入力することにより前記スレーブアーム3、4を遠隔制御する携帯型アーム操作部5を設け、この携帯型アーム操作部5を操作者6が携帯しながら遠隔制御できるように構成したことにある。



(2)

特開平7-194609

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スレーブアームと、このスレーブアームを駆動制御する制御装置と、操作者が携帯し、前記制御装置に指令信号を入力することにより前記スレーブアームを遠隔制御する携帯型アーム操作部とを具備したことを特徴とする医療用マスタースレーブ式マニピュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば生体の体腔内に挿入し、診断・処置等を行うスレーブアームを備え、このスレーブアームを駆動制御する医療用マスタースレーブ式マニピュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】 腹壁等の体壁に穴を開け、この穴を通じて内視鏡や処置具を経皮的に体腔内に挿入することにより体腔内で様々な処置を行なう内視鏡下手術が従来から行なわれており、こうした術式は大きな切開を要しない低侵襲なものとして胆のう摘出手術や肺の一部を摘出除去する手術等で広く行なわれている。

【0003】 また、内視鏡や処置具を搭載し、遠隔操作により作動して、前記内視鏡や処置具を用いた手術を術者に代わって行なう手術用マニピュレータが例えば米国特許第5217003号に開示されている。こうした手術用マニピュレータは、通常、内視鏡や処置具を備える挿入部が多関節構造となっており、各関節をアクチュエータにより動作させることで、体腔内における目的部位に対するアプローチを容易ならしめている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前述した内視鏡下手術にあっては、体壁に開けた穴から体腔内に挿入される内視鏡や処置具が体腔内の極力広い範囲で動作できることが望まれる。しかしながら、術者が片手で操作できる内視鏡や処置具は自由度の少ない直線形状のものであり、内視鏡や処置具が目的の位置に届いたとしても所望のオリエンテーションで処置または観察を行なうことが困難であった。例えば、縫合の際に処置具で針を持って臓器等に針をかけようとする場合に、縫合線に対し直角に針をかけるのが望ましいが、処置具の自由度不足が原因で困難な場合があった。

【0005】 こうした問題は、自由度の大きい多関節構造の挿入部を備えた前述の手術用マニピュレータを用いることで解消されるが、この場合、目的の位置でかつ所望のオリエンテーションで作業を行なうために多関節構造の挿入部を動作させると、関節部が目的とする以外の臓器に接触して無理な力を与える可能性があった。

【0006】 また、マスタースレーブ方式ではマニピュレータの位置決めを行う際に、通常マスターアームとスレーブアームが独立な場所で動作させるのに利用される。例えば、極限作業ロボットの遠隔操作の際に、人間

2

が入ることのできない場所あるいは人間が入ってはいけな場所でのロボット遠隔操作として利用されている。しかし、前記装置を医療用に利用したとした場合、操作部が固定されているので、手術室内での術者の動作範囲が限られてしまうことがあった。

【0007】 本発明は前記事情に着目してなされたものであり、その目的とするところは、マスタースレーブ方式で体腔内外科手術等を行う際に、操作者の自由度が増し、目的部位を正確に、かつ迅速に治療できる医療用マスタースレーブ式マニピュレータを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は前記目的を達成するために、スレーブアームと、このスレーブアームを駆動制御する制御装置と、操作者が携帯し、前記制御装置に指令信号を入力することにより前記スレーブアームを遠隔制御する携帯型アーム操作部とを具備したことにある。

【0009】

【作用】 操作者が携帯型アーム操作部を携帯しながら操作して制御装置に指令信号を入力すると、制御装置はスレーブアームを駆動制御して診断・処置等を行うことができる。

【0010】

【実施例】 以下、本発明の各実施例を図面に基づいて説明する。

【0011】 図1～図3は第1の実施例を示す。図1は医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体構成を示し、1は手術台で、2は患者である。手術台1の両側部に位置する床面には患者2の体腔内に挿入して処置することが可能な第1と第2の多関節スレーブアーム3、4が設置されている。第1と第2の多関節スレーブアーム3、4は、スレーブアーム本体3a、4aに対して処置具3b、4bが交換可能に設けられている。また、5は術者等の操作者6が肩に掛けて携帯できる携帯型アーム操作部であり、この携帯型アーム操作部5には小型の第1と第2のマスター操作アーム7、8が設けられている。

【0012】 携帯型アーム操作部5は、図2および図3に示すように、操作テーブル9の上面にはディスプレイ10が設けられ、このディスプレイ10の近傍に前記第1と第2のマスター操作アーム7、8が設けられている。操作テーブル9の後端部には操作者6の肩に掛けるベルト11の基端が接続され、操作テーブル9の先端部には前記ベルト11の先端部のフック11aを係止するためのリング12が設けられている。したがって、ベルト11の先端部のフック11aをリング12に係止することにより、ベルト11にループができ、これを肩に掛けることにより、操作者が操作テーブル9を携帯し、携帯しながら第1と第2のマスター操作アーム7、8を操

(3)

特開平7-194609

3

4

作できるようになっている。

【0013】第1と第2のマスター操作アーム7、8の先端部には把持鉗子7a、8aが装備されており、前記処置具3b、4bの先端部に設けられた把持鉗子（図示しない）を操作して体腔内で組織を把持する等、術者の手のような動作を行わせることができる。また、ディスプレイ10に表示された画像は、操作者6が専用の立体視メガネ13を掛けることによって立体的に画像が見えるようになっている。

【0014】また、前記第1と第2の多関節スレーブアーム3、4および第1と第2のマスター操作アーム7、8の各関節には駆動用サーボモータ（図示しない）が配置されており、これら駆動用モータは信号ケーブル14a~14cによって制御装置15に接続されている。

【0015】16は、患者2の体腔内の画像情報を取得するための内視鏡であり、スコープホルダ17に支持されている。この内視鏡16の挿入部16aは患者2の体腔内に挿入されており、内視鏡16からの画像情報はケーブル14dを介して携帯型アーム操作部5に装備されているディスプレイ10に出力される。

【0016】次に前述のように構成された医療用マスタースレーブ式マニピュレータの作用について説明する。操作者6が携帯型アーム操作部5を肩に掛け、ディスプレイ10を観察しながら第1と第2のマスター操作アーム7、8を操作すると、第1と第2のマスター操作アーム7、8の動き、つまり制御指令信号は信号ケーブル14cを介して制御装置15に入力される。

【0017】制御装置15は前記制御指令信号に基づいて第1と第2の多関節スレーブアーム3、4の駆動用サーボモータに駆動信号を入力し、第1と第2の多関節スレーブアーム3、4を第1と第2のマスター操作アーム7、8と同じ動きをさせる。第1と第2の多関節スレーブアーム3、4で受ける反力を第1および第2のマスター操作アーム部3、4にフィードバックするバイラテラル制御を行っている。

【0018】このように操作者6が携帯型アーム操作部5を操作することにより、患者2の体腔内に挿入されている第1と第2の多関節スレーブアーム3、4を遠隔操作することができる。この手術中、第1と第2の多関節スレーブアーム3、4に、意図しない動作が起きた場合、操作者6は常に携帯型アーム操作部5を携帯しているので、操作者6が即座に第1および第2の多関節スレーブアーム3、4の配置されている所まで移動して動作を緊急停止することができる。

【0019】また、従来の固定式マスターアームの場合、術者が助手に指示し、手術中に必要な医療器具を用意させていたのが、術者自身が移動可能になることによって助手がいなくても対応できる。これによって、従来の固定式であった医療用マニピュレータに比べて、操作者の自由度が高く、手術をスムーズに行うことができ

る。

【0020】図4は第2の実施例を示し、第1の実施例と同一構成部分は同一番号を付して説明を省略する。スコープホルダ17に支持された内視鏡18には自動湾曲機構（図示しない）が設けられており、第1または第2の多関節スレーブアーム3、4の先端部の位置を追従するために、制御装置15からの湾曲指令信号によって湾曲するようになっている。

【0021】また、携帯型アーム操作部5に、操作者位置検出手段として空間的位置変化を検知するためにXYZ座標用として3つの加速度センサーが内蔵された加速度センサーモジュール19が内蔵されている。これによって操作者6が移動しても携帯型アーム操作部5の位置変化が検出できる。

【0022】また、制御装置15は第1の実施例と同様に、内視鏡18によって得た画像をディスプレイ10に送ることと、バイラテラルマスタースレーブ動作を行わせること等の処理を行うのに加え、加速度センサーモジュール19からの情報で予め決めてある加速度以上になると、第1と第2の多関節スレーブアーム3、4および第1と第2のマスター操作アーム7、8の両方の動作が停止するように制御する。

【0023】すなわち、まず、第1および第2の多関節スレーブアーム3、4の誤動作を操作者6が発見する。操作者6は第1および第2の多関節スレーブアーム3、4を停止するために、第1および第2の多関節スレーブアーム3、4に近付こうとする。そのとき、操作者6の動きを携帯型アーム操作部5内に配置されている加速度センサーモジュール19が検知するが、緊急の時、操作者6の動きが通常の術中の動作よりも速いため、予め設定された加速度センサー入力情報の閾値以上になる。それによって、制御装置15が第1と第2の多関節スレーブアーム3、4および第1と第2のマスター操作アーム7、8の両方ともに停止信号を出力する。そして、それでも停止しない場合は、操作者6が第1と第2の多関節スレーブアーム3、4を直接操作して停止させるようにすればよい。以上のことから、第1と第2の多関節スレーブアーム3、4の一方または両方を操作者6が即座に直接停止することができ、安全性を向上できる。

【0024】図5は第3の実施例を示し、第1の実施例と同一構成部分は同一番号を付して説明を省略する。この実施例は、携帯型アーム操作部5と制御装置15の間を無線通信で行うことである。

【0025】携帯型アーム操作部5内には制御回路15との間で電波送受信を行うための通信回路20が内蔵されており、入出力電波はアンテナ21を介して送受信している。また、携帯型アーム操作部5の第1と第2のマスター操作アーム7、8を動かすために必要な動力源として図示しないバッテリーも装備されている。

【0026】制御回路15内にも、携帯型アーム操作部

(4)

特開平7-194609

5

6

5との間での電波送受信を行うための通信回路22が内蔵されており、入出力電波は、アンテナ23を介して送受信している。

【0027】この実施例によれば、操作者6が第1の実施例と同様の動作を行わせることができる。このとき、ワイヤレスとなるので、手術室で操作者6が頻繁に移動する場合があっても、ケーブル14cに操作者6が引っ掛かったり、つまずいたりする虞はなく、操作時に煩わしさが生じることがなく、操作者6が自由な動きをすることが可能となり、手術をスムーズに進めることができる。

【0028】図6および図7は第4の実施例を示し、スレーブアームとマスターアームを一体化した医療用ロボット装置である。31は体腔内に挿入することが可能なスレーブアームであり、手術室天井32に取り付けられている。スレーブアーム31には複数の関節部33が設けられ、これら関節部33にはエンコーダ付き関節駆動用サーボモータ34が内蔵されている。

【0029】関節駆動用サーボモータ34は制御装置15からの制御信号によって駆動される。スレーブアーム31の先端部にはスレーブエンドエフェクタ35が取り付けられており、このスレーブエンドエフェクタ35の挿入部36には患者2の体腔内を観察するための画像素子としてCCD37が設けられている。

【0030】スレーブアーム31の途中には突出部38が設けられ、この突出部38には操作者6が動作を行わせるマスターアーム39が設けられている。マスターアーム39には複数の関節部40が設けられ、これら関節部40にはエンコーダ付き関節駆動用サーボモータ41が内蔵されている。

【0031】マスターアーム39の先端部にはマスターエンドエフェクタ42が設けられている。このマスターエンドエフェクタ42の操作部43には非常時にスレーブアーム31の動作をストップさせる非常停止スイッチ44が設けられている。

【0032】さらに、スレーブエンドエフェクタ35およびマスターエンドエフェクタ42の内部にはエンコーダ付きサーボモータ（図示しない）が内蔵されている。これによって操作者6が与える外力によってマスターエンドエフェクタ42の内部のサーボモータが回転し、この回転をスレーブエンドエフェクタ35の内部のサーボモータに送り、スレーブエンドエフェクタ35の湾曲を行わせる。同時に、スレーブエンドエフェクタ35の湾曲時の反力をスレーブエンドエフェクタ35内部のエンコーダのパルス数を検知することによって、マスターエンドエフェクタ42のサーボモータにフィードバックすることによって、エンドエフェクタ35、42のバイラテラル制御が行われる。

【0033】スレーブアーム31の動きを制御するための制御装置15は、操作者6がマスターアーム39を操

作した時の各アーム内のサーボモータ41のエンコーダからのパルス数を検出し、スレーブアーム31に同様な位置パルスを送ることによって、操作者6のマスターアーム39の操作をスレーブアーム31に同様に行わせることができる。同時に、スレーブアーム31で受ける反力をマスターアーム39にフィードバックするバイラテラル制御で制御される。

【0034】制御装置15は、前記駆動用サーボモータの制御の他にスレーブエンドエフェクタ35の先端部に内蔵されているCCD37からの情報を処理し、天井32から吊り下げられたディスプレイホルダ45に取り付けられたディスプレイ46に体腔内画像として出力することも行っている。

【0035】前述した医療用ロボット装置を使用して、経皮内視鏡的外科手術において、患者2の体腔内にスレーブエンドエフェクタ35を挿入する。操作者6は、所望の部位を観察するため、ディスプレイ46の画像情報を見ながらマスターアーム39を動かしてスレーブアーム31の動作を制御する。もし、スレーブアーム31が操作者6が意図しない動作をしても、非常停止スイッチ44が設けられているので、スイッチ操作によってスレーブアーム31の意図しない動作を停止することができる。

【0036】しかし、この非常停止スイッチ44についても、電気的な信号によりスレーブアーム31の駆動電源をカットオフしてしまうので、その後のスレーブアーム31の動作は、どのように動くかわからなくなる。例えば、スレーブアーム31の自重で勝手に動いてしまうことも考えられる。

【0037】そこで、スレーブアーム31が操作者6の意図しない動作をした場合、操作者6は、同時にスレーブアーム31に手を伸ばしスレーブアーム31を停止させることによってスレーブアーム31の動作を完全に停止させることが可能となる。このようにスレーブアーム31の意図しない動作が生じた場合、人為的に即座にスレーブアーム31を停止することができるようになる。

【0038】図8は第5の実施例を示し、第4の実施例はスレーブアーム31およびディスプレイ46を手術室天井32に取り付けたが、この実施例は、手術室の床面47にスレーブアーム31およびディスプレイ46を設置したものであり、基本的構成は第4の実施例と同一であり、同一構成部分は同一番号を付して説明を省略する。

【0039】さらに、手術台1の側部にはスコープホルダ48によって内視鏡49が支持されており、経皮的に患者2の体腔内に挿入され、患部を観察している。

【0040】ディスプレイ46には患者体腔内画像情報が出力され、操作者6は患者体腔内でのスレーブアーム31の動作状況および処置状況を観察しながらマスターエンドエフェクタ42を操作できる。

(5)

特開平7-194609

7

【0041】また、第4の実施例と同様にスレーブアーム31が意図しない動作をした場合、操作者6がすぐにスレーブアーム31を掴むことによって動作を停止することができる。

【0042】図9および図10は手術用マニピュレータを示し、このマニピュレータ51の先端部には生検鉗子、把持鉗子等の鉗子52が設けられ、生体組織に直接作用して処置を行うことができるようになっている。下腕53には、鉗子52の開閉操作レバー54が設けられている。

【0043】開閉操作レバー54は一端部が枢支ピン54aによって下腕53に回転自在に枢支されており、この他端部は連結ピン54bを介してリンク55に連結されている。リンク55は下腕53の内部をスライド自在なスライダ56およびロッド57を介して下腕53の先端部のパンタグラフ58に連結され、このパンタグラフ58によって鉗子52を開閉させるようになっている。下腕53の支持部には力覚センサ59が設けられ、下腕53に作用する力を検出する。力覚センサ59からの信号は、力覚センサ検出処理回路60で力のベクトルとして計算され、マニピュレータ制御装置61に転送される。マニピュレータ制御装置61では力のベクトルと同じ方向をマニピュレータ51を動作するよう制御を行う。力覚センサ59は下腕53を支持する梁63に歪ゲージ62を複数張り付ける構造をしている。

【0044】したがって、下腕53を操作者が直接持つて動かそうとすると、そのときに働く力を力覚センサ59が検知し、操作者が動かそうとする方向にマニピュレータ51は動作し、操作者が止めようとする、マニピュレータ51は動作を停止し、その位置を保持する。前述のように、鉗子52を開閉操作レバー54は機械的に

8

結合されているため、鉗子52に受ける力は、開閉操作レバー54の操作力として指に感じることができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、携帯型アーム操作部を設け、操作者が携帯して遠隔制御できるようにしたから、マスタースレーブ方式で体腔内外科手術等を行う際に、操作者の自由度が増し、目的部位を正確に、かつ迅速に治療でき、安全性も向上するという効果がある。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体の斜視図。

【図2】同実施例の携帯型アーム操作部の斜視図。

【図3】本発明の携帯型アーム操作部の斜視図。

【図4】本発明の第2の実施例を示す医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体の斜視図。

【図5】本発明の第3の実施例を示す医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体の斜視図。

20 【図6】本発明の第4の実施例を示す医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体の正面図。

【図7】同実施例のスレーブエンドエフェクタの正面図。

【図8】本発明の第5の実施例を示す医療用マスタースレーブ式マニピュレータの全体の正面図。

【図9】手術用マニピュレータの斜視図。

【図10】同じくマニピュレータの下腕の断面図。

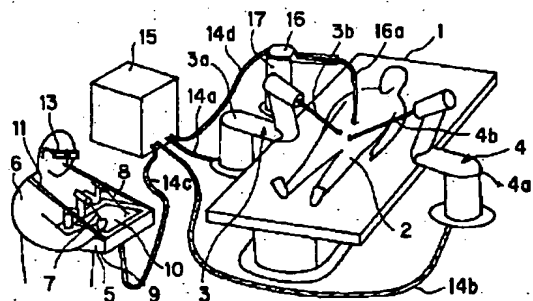
【符号の説明】

3, 4…スレーブアーム

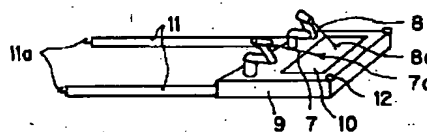
5…携帯型アーム操作部

30 15…制御装置

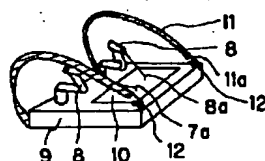
【図1】



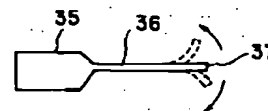
【図2】



【図3】



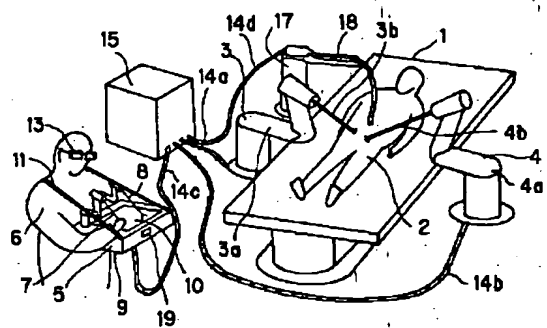
【図7】



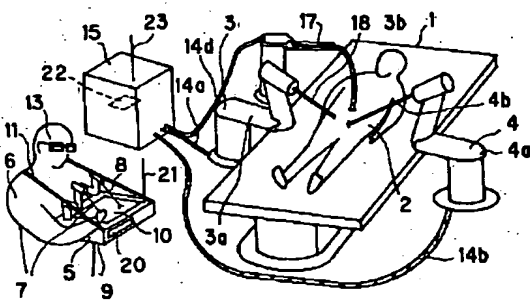
(6)

特開平7-194609

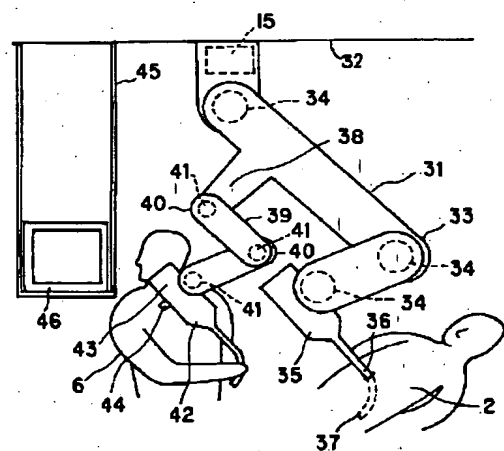
【図4】



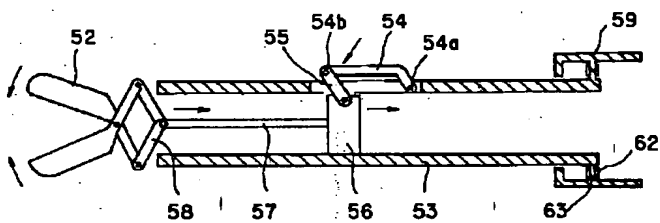
【図5】



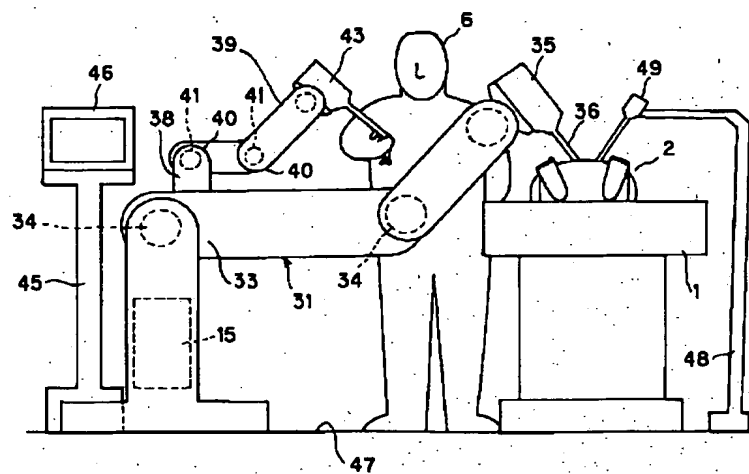
【図6】



【図10】



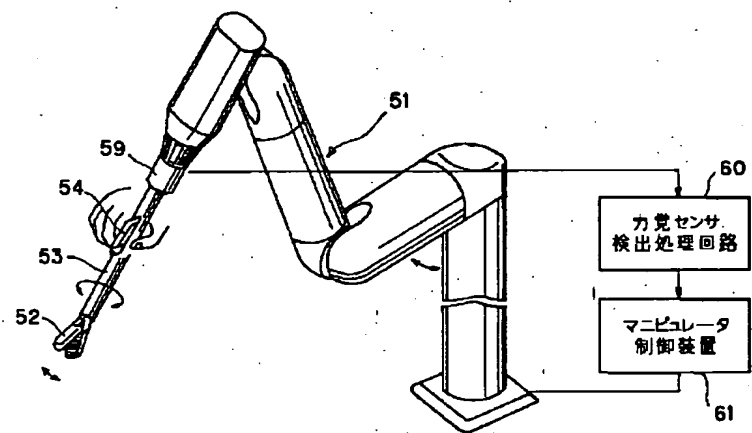
【図8】



(7)

特開平7-194609

【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 13/02				
(72) 発明者 内山 直樹			(72) 発明者 竹端 栄	
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ			東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ	
ンパス光学工業株式会社内			ンパス光学工業株式会社内	
(72) 発明者 久保田 達也			(72) 発明者 工藤 正宏	
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ			東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ	
ンパス光学工業株式会社内			ンパス光学工業株式会社内	
(72) 発明者 山口 達也			(72) 発明者 藤澤 豊	
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ			東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ	
ンパス光学工業株式会社内			ンパス光学工業株式会社内	
(72) 発明者 植田 康弘			(72) 発明者 河合 利昌	
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ			東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ	
ンパス光学工業株式会社内			ンパス光学工業株式会社内	